

农村居民点多功能空间格局与协调性优化模式

曲衍波¹, 刘 敏¹, 朱伟亚², 展凌云¹, 平宗莉²

(1. 山东财经大学公共管理学院, 济南 250014; 2. 山东省土地调查规划院, 济南 250014)

摘要: 随着城乡融合发展和农户需求的不断提高, 探讨农村居民点多功能及其协调关系, 是推进农村人居环境整治和乡村振兴的重要依据。以山东省王村镇为例, 基于“识别—诊断—优化”的逻辑思路, 从生活—生产—生态角度构建农村居民点多功能评价指标体系, 利用空间自相关、协调度和障碍诊断等模型, 剖析农村居民点多功能空间格局、协调关系及其障碍因子, 进而提出农村居民点多功能提升与协调的优化模式。研究发现: (1) 王村镇农村居民点总体上呈现出“生产功能较好, 生活功能一般, 生态功能较差”的特征, 且不同功能具有显著的空间异质性; (2) 王村镇农村居民点“三生”功能整体协调性相对较高, 但协调类型存在明显的复杂性和不均衡性; (3) 王村镇农村居民点“三生”功能协调性障碍因素表现为大体相似且个别村庄无障碍性, 用地强度、交通条件、资源禀赋、基础设施建设和生态环境状况是农村居民点多功能高强度协调的主要障碍因素; (4) 基于障碍因子组合提出的农村居民点多功能协调性优化模式, 为可持续性乡村发展提供理论借鉴。

关键词: 农村居民点; 多功能; 空间格局; 协调性; 优化模式; 王村镇

农村居民点作为农户进行多元活动的重要空间, 是“人”与“地”通过交织作用汇成的具有特定结构和功能的综合体^[1]。作为一个复杂的社会生态系统, 农村居民点在社会经济要素以及农户需求的推动下, 其功能和布局均发生了明显变化, 且朝着异质性与非单一化演变^[2]。近年来, 随着乡村振兴战略的不断推进, 农村居民点功能演变以及优化重组成为人文地理、土地科学等领域关注的焦点。开展农村居民点多功能系统研究, 对揭示农村人地关系的交互作用和推动乡村发展具有重要的指导意义。

目前, 国内外学者对农村居民点研究进行了大量的理论和实践探索, 为本文提供了较好的指导与借鉴。从研究内容来看, 学者们大多对农村居民点用地结构^[3]、时空演变及其驱动因素^[4,5]、空间布局优化^[6]、形态转型特征^[7,8]、功能及其演变特征^[9,10]、空心化与整治^[11,12]等问题进行研究, 初步构建了农村居民点研究的内容体系。从研究尺度来看, 宏观上主要是结合自然环境、社会经济、调控政策等因素, 对省、市级的农村居民点进行用地规模演变与驱动机制研究^[13]; 微观上主要是通过典型案例, 对镇域、村域的农村居民点进行用地结构与功能、空间布局优化研究^[14]。从研究方法来看, 多采用多因素综合评价^[15]、空间计量分析^[16]、数理统计^[17]等方法与模型, 揭示农村居民点研究内容的一般性或地方性特征。总体而言, 近年来, 运用定性、定量方法对不同区域的农村居民点用地演

收稿日期: 2019-09-05; 修订日期: 2019-12-16

基金项目: 国家自然科学基金项目 (42077434, 41771560, 71704094), 山东省土地调查规划院外协项目

作者简介: 曲衍波 (1982-), 男, 山东龙口人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事土地利用转型与乡村发展研究。

E-mail: yanboqu2009@126.com

通讯作者: 朱伟亚 (1978-), 男, 河北鹿泉人, 硕士, 研究员, 主要从事土地利用评价与规划工作。

E-mail: 425111018@qq.com

变与整治研究已取得一系列丰富成果^[9-13],针对农村居民点功能识别、空间分异特征及其演变机理的实证分析也有了初步的研究,但相关内容大多比较零星,对农村居民点功能“识别—诊断—优化”的系统化研究有待深入;同时,由于农村社会经济、农户需求等微观尺度数据不易获取,导致村镇层面的研究成果相对薄弱,对指导乡村发展的作用有待加强。

基于此,本文从微观视角以山东省王村镇41个村庄为研究对象,基于“识别—诊断—优化”的逻辑思路,从生活、生产和生态角度构建农村居民点多功能评价指标体系,分析农村居民点功能强度与空间格局;利用协调度与障碍诊断模型,判别农村居民点多功能协调性及其障碍因子,提出农村居民点多功能提升与协调优化模式,以期为可持续性乡村发展提供新思路 and 理论支撑。

1 研究方法与数据来源

1.1 研究区概况

王村镇(117°44'E, 36°41'N)地处黄淮海平原东部,辖属淄博市周村区(图1),区域总面积57.49 km²,囊括41个行政村,村庄距周村城区10~30 km不等,资源禀赋差异明显。同时,王村镇地形多为平原、丘陵,且面积相当,并呈现出典型农作物种植业、丘陵特色果林业、生态及文化旅游业和工业等复杂的产业结构类型。2018年各农村居民点农民人均收入在15000~30000元之间,经济发展水平整体较好,但内部差异较大。受区位、地理条件和产业结构等差异性影响,王村镇农村居民点结构和功能空间分化显著,难以突破社会主义新农村建设的瓶颈。因此,选取具有典型代表特征的王村镇作为研究区域,对农村居民点多功能提升与协调优化具有较强的现实意义。

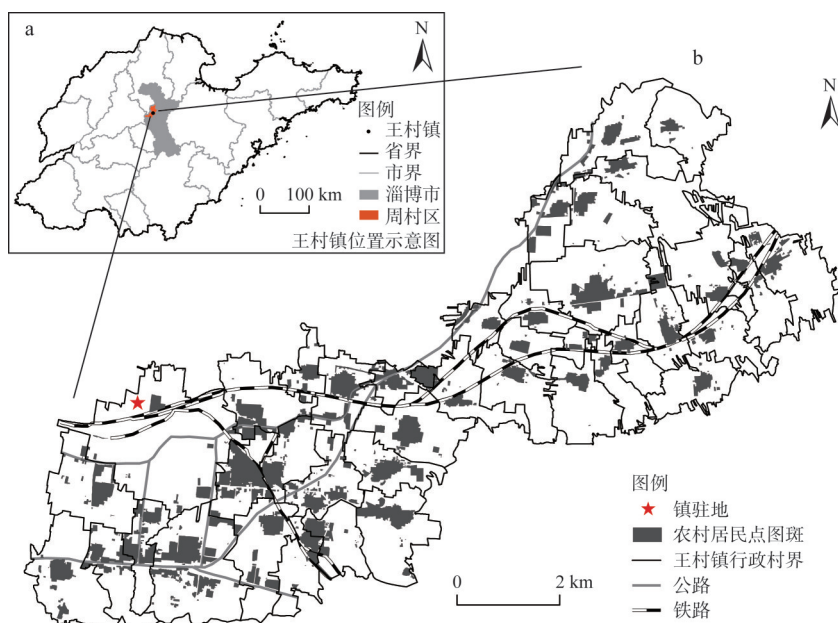


图1 研究区地理位置

Fig. 1 Geographical location of the study area

导功能以及生活居住、生活保障、农业生产、非农生产、生态保育和环境维护6个辅助功能。其中,生活功能由宅基地、生活保障和相关配套设施等要素体现,为农户的日常起居与交往、文化教育、医疗保障、休闲娱乐、对外通讯等生活需要提供服务;生产功能是由人口和产业用地要素表征,为农户进行农业养殖和工业、商业服务以及其他非农业生产等活动提供场所,同时也是为促进农村经济发展、拓宽生计方式和农户增收提供服务;生态功能由绿地、生态服务设施等要素反映,为美化农村人居环境、控制农村环境污染提供场所和服务。

(1) 农村居民点多功能评价指标体系构建

基于上述对农村居民点系统结构与功能的关系认识,同时参阅相关文献^[18],从生活、生产和生态的角度,采用层次分析法综合土地、建筑、设施、产业和人口结构等要素构建农村居民点多功能评价指标体系(表1)。其中,生活功能(LF)从“土地—设施—建筑”综合的角度选取6项指标,居住用地面积比例(r_1)、户均宅基地面积(r_2)2项指标用于表征生活居住功能(LFr),以体现农户居住条件和居住规模;交通用地密度(s_1)、城乡居民养老参保率(s_2)、新农合参保率(s_3)和公共服务设施完善度(s_4)4项指标则用于表征生活保障功能(LFs),以反映农户生活便利程度和生活服务水平。生产功能

表1 农村居民点多功能评价指标体系
Table 1 Multifunction evaluation index system of rural settlements

目标层	准则层	指标层	指标计算方法与说明	单位	指标属性
生活功能 LF	生活居住 LFr	居住用地面积比例 r_1	居住用地面积/该村总土地面积	%	+
		户均宅基地面积 r_2	宅基地面积/村内总户数	亩/户	+
	生活保障 LFs	交通用地密度 s_1	村内交通用地面积/该村总土地面积	%	+
		城乡居民养老参保率 s_2	参加城乡居民养老保险人口数/该村人口总数	%	+
		新农合参保率 s_3	参加新农合人口数/该村人口总数	%	+
		公共服务设施完善度 s_4	$X=N/7$, N 为卫生室、学校、健身场所、集贸市场、储蓄所、文化站、公共浴室所拥有的数量	%	+
生产功能 PF	农业生产功能 PFa	人均耕地面积 a_1	耕地面积/该村人口总数	亩/人	+
		农田水利设施用地面积比例 a_2	村内用于灌溉的坑塘、水库等用地面积/该村总土地面积	%	+
	非农业生产功能 PFna	非农人口比例 na_1	从事非农人口/村内总人口	%	+
		非农业收入比例 na_2	居民非农业生产收入/居民总收入	%	+
		非农业用地面积比例 na_3	工业、商业、服务业等用地面积/该村总土地面积	%	+
生态功能 EF	环境维护 EFm	生态设施完善度 m_1	$X=N/3$, N 为是否进行生活污水集中处理、垃圾集中处理、厕所改造;是1,否0	%	+
		化肥施用强度 m_2	化肥施用的耕地面积/耕地总面积	%	+
		月均生活垃圾产生量 m_3	生活垃圾产生量/月数	%	-
	生态保育 EFc	人均绿地面积 c_1	绿地占地面积/总人口数	%	+
		地均生态服务价值 c_2	生态服务价值总量/该村总土地面积	元/hm ²	+

注:“+”表示具有正向效应,“-”表示具有负向效应。

(*PF*)从“产出—效益”相结合的角度选取4项指标,人均耕地面积(a_1)、农田水利设施用地面积比例(a_2)2项指标用于表征农业生产功能(*PFa*),以体现农户获取农业生计来源的方式;非农人口比例(na_1)、非农业收入比例(na_2)、非农业用地面积比例(na_3)3项指标用于表征非农业生产功能(*PFna*),以反映农村第二、三产业的产出效益水平。生态功能(*EF*)从“自然环境和人文景观”相结合的角度选择5项指标,生态设施完善度(m_1)、化肥施用强度(m_2)和月均生活垃圾产生量(m_3)3项指标用于表征环境维护功能(*EFm*),以体现农户对农村环境保护和治理的能力;人均绿地面积(c_1)和地均生态服务价值(c_2)2项指标用于表征生态保育功能(*EFc*),以反映农村自然环境的禀赋能力。上述指标除 m_3 指标对生态功能具有负向效应,其余指标均具有正向效应。

(2) 农村居民点功能指数测算

为消除评价指标计量单位的量纲影响,运用极值法对原始数据进行归一化处理;为克服主观性因素对评价结果的干扰,采用熵权法^[19]计算熵值和差异性系数,再计算权重;在此基础上,采用加权求和方法测算各项功能指数,进行农村居民点多功能评价。

$$X_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij} - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, & x_{ij} \text{具有正效应时} \\ \frac{x_{\min} - x_{ij}}{x_{\max} - x_{\min}}, & x_{ij} \text{具有负效应时} \end{cases} \quad (1)$$

$$e_j = -\ln(n)^{-1} \sum_{i=1}^n \left(X_{ij} / \sum_{i=1}^n X_{ij} \right) \ln \left(X_{ij} / \sum_{i=1}^n X_{ij} \right) \quad (2)$$

$$W_j = \frac{(1 - e_j)}{\sum_{j=1}^m (1 - e_j)} \quad (3)$$

$$T_i = \sum_{j=1}^m X_{ij} \times W_j \quad (4)$$

式中: X_{ij} 为农村居民点多功能评价指标的标准值; e_j 为评价指标信息熵; n 为村庄数目(个),本文取41个; W_j 为评价指标权重; m 为指标数量(个),本文取15个; T_i 为农村居民点各功能指数,利用ArcGIS中的自然断点法(Jenks)将生活、生产和生态功能强度分别划分为高、中、低三个等级。

1.3.2 空间自相关分析

(1) 全局空间自相关

采用全局Moran's I 指数^[2]测度农村居民点各功能在相邻村域间的空间关系,进而识别各功能的全域空间分异特征,计算公式为:

$$\text{Moran's } I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \right) \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (5)$$

$$Z = \frac{1 - E(I)}{\sqrt{\text{var}(I)}} \quad (6)$$

式中: W_{ij} 为农村居民点各功能空间权重矩阵; X_i 和 X_j 分别是村庄*i*和村庄*j*的农村居

民点功能指数; Z 为标准化统计量, 以检验区域间的空间相关性; $E(I)$ 为观测值的期望值; $\text{var}(I)$ 为方差; Moran's $I \in [-1, 1]$ 。

(2) 局部空间自相关

采用热点分析法^[2]识别功能相似的农村居民点集聚区空间分布特征, 对区域局部属性值进行空间可视化。采用计算结果中的 Z 值和 P 值检验来识别热点区域, 若 Z 值大且 P 值较低, 则表明该区域高功能与高功能聚集, 为热点区; 若 Z 值较小且为负值, P 值较低, 则表明该区域低功能与低功能聚集, 为冷点区。 Z 值绝对值越大, 空间聚类程度越大。

$$G_i^* = \sum_{j=1}^n W_{ij} X_j / \sum_{i=1}^n X_i \quad (7)$$

1.3.3 协调度模型

农村居民点多功能评价不仅在于对各项功能指数高低的测度, 对各功能之间协调程度分析可以更好地反映各功能协同关系。因此, 参考相关研究成果^[20], 构建农村居民点多功能协调度测量模型。

$$C = \left\{ \frac{L_i \times P_i \times E_i}{[(L_i + P_i + E_i)/3]^3} \right\}^3 \quad (8)$$

式中: C 表示农村居民点多功能之间的协调度, 取值范围为 $[0, 1]$, C 值大小由农村居民点各功能指数决定, 其值越大说明农村居民点多功能之间影响作用越明显; L_i 、 P_i 、 E_i 分别为生活功能、生产功能、生态功能的评价指数, $i \in \{1, 2, 3, \dots, 41\}$ 。

1.3.4 障碍度诊断模型

为有效提升农村居民点各项功能强度及其协调关系, 构建农村居民点功能障碍诊断模型^[21], 以探求各项低功能农村居民点的障碍因子。

$$O_{ij} = \begin{cases} 1 - X_{ij} & X_{ij} \leq 1 \\ 0 & X_{ij} > 1 \end{cases} \quad (9)$$

$$V_{ij} = \frac{F_{ij} \times O_{ij}}{\sum_{i=1}^{15} (F_{ij} \times O_{ij})} \times 100\% \quad (10)$$

式中: O_{ij} 为农村居民点多功能评价指标偏离度, 即 1 与单项指标标准值之差; F_{ij} 表示评价指标贡献程度, 本文直接采用各项指标权重表示; V_{ij} 为评价指标障碍度指数。

2 结果分析

2.1 农村居民点多功能评价与空间格局

2.1.1 评价指标体系的描述性统计分析

由表 2 可知, 王村镇农村居民点多功能评价指标的变异系数 (标准差与其均值的百分比) 在 10.66%~75.68% 之间, 说明选取的指标分值离散程度较高, 多功能评价指标体系的构建具有合理性。其中生活功能方面的 6 项指标权重大小为 $s_1 > r_2 > r_1 > s_2 = s_3 > s_4$, 生产功能方面的 4 项指标权重大小为 $a_1 > a_2 > na_3 > na_1 > na_2$, 生态功能方面的 5 项指标权重大小 $c_1 > c_2 > m_2 > m_1 > m_3$ 。此外, 为验证各项评价指标之间的独立性, 利用 SPSS 20.2 对各项指标进行多重共线性诊断, 从结果来看, 农村居民点多功能评价指标的方差扩大因子 (VIF) 均

表2 农村居民点多功能评价指标的数理统计及其权重值

Table 2 The mathematical statistics and weights of multifunction evaluation index of rural settlements

指标		取值范围	变异系数/%	sig.	容差	VIF	权重值
LF	r_1	[0.01, 0.18]	50.54	0.000	0.15	6.70	0.23
	r_2	[0.11, 1.72]	51.08	0.000	0.16	6.09	0.25
	s_1	[0.03, 1.00]	75.68	0.000	0.51	1.97	0.36
	s_2	[0.25, 0.53]	15.39	0.000	0.37	2.73	0.06
	s_3	[0.29, 0.94]	24.04	0.000	0.62	1.61	0.06
	s_4	[0.14, 0.57]	11.92	0.000	0.40	2.47	0.04
PF	a_1	[0.53, 3.12]	45.91	0.000	0.25	3.96	0.28
	a_2	[0.02, 0.16]	53.40	0.000	0.68	1.47	0.25
	na_1	[0.35, 0.80]	15.60	0.000	0.54	1.56	0.16
	na_2	[0.38, 0.75]	12.79	0.000	0.60	1.67	0.10
	na_3	[0.02, 0.06]	30.62	0.000	0.85	1.18	0.21
EF	m_1	[0.33, 1.00]	40.65	0.000	0.68	1.48	0.08
	m_2	[0.30, 0.91]	24.35	0.000	0.47	2.12	0.14
	m_3	[1.00, 150.00]	12.03	0.000	0.70	1.43	0.03
	c_1	[0.02, 2.09]	10.66	0.000	0.34	2.93	0.52
	c_2	[7523.28, 28593.48]	32.71	0.000	0.56	1.78	0.23

小于10，认为各评价指标之间相对独立。

2.1.2 农村居民点多功能评价分析

(1) 从功能强度等级来看（图3），王村镇农村居民点生活、生产和生态功能等级中占比最大的分别是中、高、低，即生活功能指数中等的占48.78%，生产功能指数高的占53.66%，生态功能指数低的占56.10%，整体呈现出“生产功能较好、生活功能一般、生态功能较差”的特征。

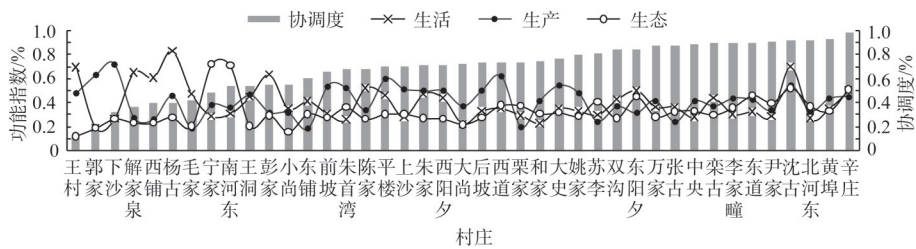


图3 农村居民点功能指数及协调度

Fig. 3 Functional index and coordination degree of rural settlements

(2) 从评价单元来看，杨古村生活功能指数最高，其值为0.8346，村内房屋多为钢筋混凝土结构，农户住房条件较好，生活配套设施较为完善，村内有敬老院、文化站、储蓄所、卫生诊所等，村内道路硬化，交通便利；而郭家村生活指数最低，其分值为0.1826，村内房屋以土石结构为主，且密度低，存在大量废弃和坍塌现象，公共服务设施相对欠缺，村民业余活动欠丰富，生活水平有待提高，其余村庄生活功能指数波动较小。上沙村生产功能指数最高，其分值为0.7238，该村主要以农业为主，地处平原区，农业资源条件良好，土壤肥沃、灌溉设施完备，粮食亩产量高，农户经济来源以种植农

作物和果林业为主；东铺村生产功能指数最低，其分值为0.1781，由于区位因素受限，其农业资源禀赋较差，耕地属于盐碱地，亩产量低，外出务工者居多，多在附近村庄或镇上工厂，其他区域的功能指数差异较小。宁家村生态指数最高，其分值为0.7209，该村建有葫芦山生态园，种植景观绿化苗木，其特有的生态资源禀赋能力使生态功能指数大大提升；王村生态指数最低，其分值为0.1134，该村具有煤矿资源，在追求经济发展时忽视了生态环境的保护，污水、垃圾并不能及时处理，其生态环境有待进一步改善，其他村庄的生态环境指数差异不明显。

2.1.3 农村居民点多功能空间格局

(1) 全局空间自相关结果分析

从王村镇农村居民点生活、生产和生态功能的Moran's I 指数（图4）来看，农村居民点生活、生产和生态功能的散点大多分布于第一象限和第三象限内，空间自相关强度为生产功能（0.321）>生态功能（0.304）>生活功能（0.205），表明各功能在空间上均存在显著的集聚分布特征，即生产功能的高、低值在空间分布上呈现显著地集聚性，生产功能最明显，生态功能次之，生活功能最不明显。运用蒙特卡洛检验方法对显著性水平进行计算，在5%显著性水平下，相应的 Z 值分别为2.28、3.40和3.18，对应的 P 值均小于 $\alpha=0.05$ ，通过显著性检验，即认为在95%的置信水平下农村居民点生活、生产和生态功能的正相关性均是显著的。

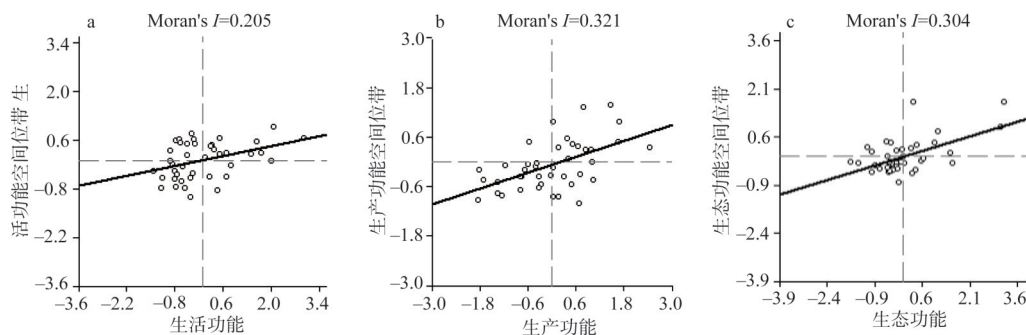


图4 农村居民点多功能Moran's I 指数

Fig. 4 Moran's I scatter of multifunction of rural settlements

(2) 局部空间自相关分析

由图5a可知，王村镇生活功能呈“哑铃状”分布，由中部的冷点区向两端的热点区延伸，说明全镇生活居住和保障功能存在明显的区域集聚性。热点区面积占25.72%，包括8个村庄，主要分布在镇域中部的平原地带，该区域公共服务设施健全、道路硬化率高、村民活动较为丰富；次热点区面积占17.39%，包括9个村庄，集中分布于镇域中部的平原地区，其公共服务及配套设施较为完备，农户生活便利程度较高；次冷点区面积占42.07%，包括16个村庄，连片分布于镇域东部及中部的平原区和西部的丘陵地带，其公共服务设施相对匮乏，道路质量有待提升，房屋建筑材料较差且密度低；冷点区面积占14.82%，包括7个村庄，零散分布在镇域东部的宁家村、郭家村，以及连片分布在镇域中部地区，其房屋存在大量废弃和倒塌现象，公共服务设施较差，影响农户生活的便利性和娱乐性。

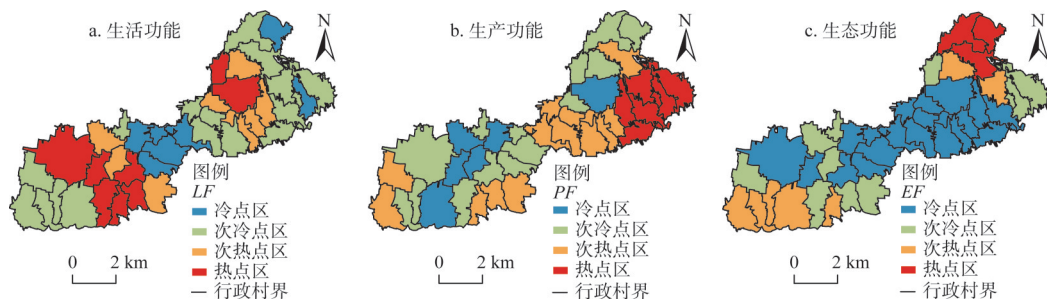


图5 农村居民点三生功能热点分布

Fig. 5 Hotspot pattern of multifunction of rural settlements

由图5b可知,王村镇生产功能总体表现为高值区零散的团块分布、低值区集中连片分布的不规则特征,说明全镇农业生产和非农生产的区域分布存在较大差异。热点区面积占5.83%,包括6个村庄,主要分布在镇域东南部的平原地带,具有良好的农业资源条件,适宜开展农业生产;次热点区面积占30.77%,包括12个村庄,零散分布于镇域中部的平原地区以及西南部的丘陵地区,其农业生产功能和非农生产功能有所差异,需因地制宜发展相应的农业和非农活动;次冷点区面积占38.26%,包括13个村庄,主要分布于镇域北部山区、中部平原区和西部丘陵地带,农业资源条件欠缺;冷点区面积占25.14%,包括9个村庄,连片分布于镇域中部的平原地区,其自然资源禀赋能力较差,大多劳动适龄人口进城务工,村内劳动力均为老弱妇幼,导致耕地大面积荒芜,农业资源浪费严重。

由图5c可知,王村镇生态功能呈冷点区大范围的带状分布,说明全镇环境维护和生态保育存在显著的空间均衡性。热点区面积占9.38%,包括3个村庄,集中分布在镇域北部山区,其生态禀赋能力良好,生态基础设施健全,有利于发展良好的生态环境;次热点区面积占19.32%,包括7个村庄,主要分布于镇域南部的丘陵地带,该区域植被种类较为丰富,环境优美;次冷点区面积占24.28%,包括11个村庄,零散分布于镇域北部山区、中部平原区和西部丘陵地带,该区域大部分种植农作物,化肥施用量过多导致耕地质量下降,生态基础设施略差以及村内绿化方面需进一步加强;冷点区面积占47.02%,包括17个村庄,连片分布于镇域中部的平原地区,其生态基础设施相对不健全,垃圾处理和污水净化率低,村内生态环境质量有待进一步提高。

2.2 农村居民点多功能协调性诊断与优化模式

在分析农村居民点多功能协调度指数的基础上,对各功能强度等级进行编码组合,得出17种组合类型,进一步通过低功能强度的障碍因子诊断,并结合不同农村居民点的实际情况提出相应的功能提升与协调优化模式,整体过程如图6。

2.2.1 农村居民点多功能协调性分析

(1) 农村居民点多功能协调度指数分析

在协调度指数方面(图3),王村镇协调度指数均值为0.6854,整体上各功能间协调度较高。但具体来看,各村庄的协调度指数呈现明显的阶梯状分布,村庄之间差异较大,其中王村农村居民点多功能协调度指数最低,其分值为0.1093,其生活、生产和生态功能之间极度不协调;辛庄协调度指数最高,其分值为0.9873,其生活、生产和生态功能非常协调。同时,协调度指数较高的村庄并非各项功能指数均处于较高水平,而大

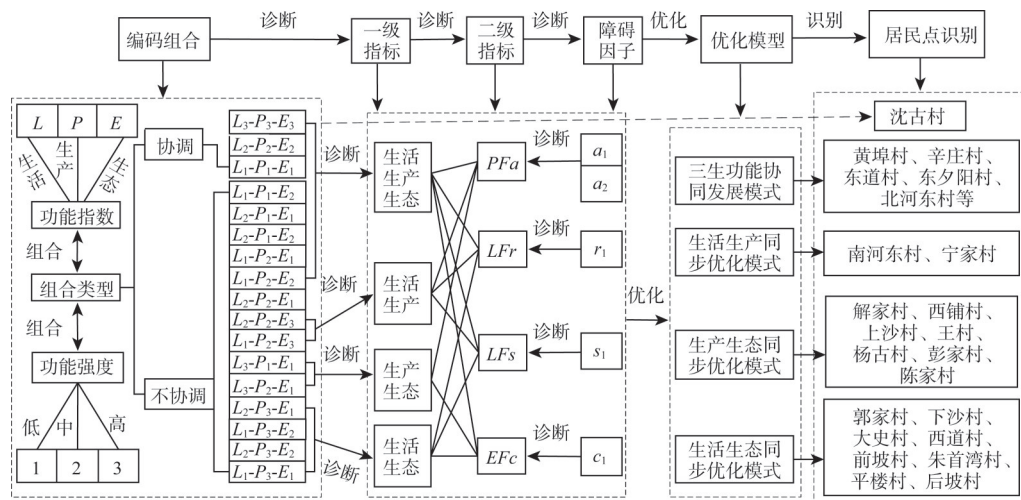


图6 农村居民点多功能协调性诊断与优化过程

Fig. 6 Diagnosis and optimization of multifunction of rural settlements

部分处于中等或低水平,即高协调低分值的非持续性状态。

(2) 农村居民点多功能组合类型分析

在功能组合类型方面(图6),王村镇不同居民点之间既存在相似性又具备其独特性。其中, $L_3-P_3-E_3$ 组合类型的农村居民点1个,以沈古村为典型,其生活、生产和生态功能均高,三生功能间达到高度协调,属于协调发展型。沈古村区位条件好,基础设施比较齐全,设有建材厂等村办企业,具有良好的产业发展基础,村内还有快餐店、小卖铺、理发馆等商服用地,农户生活服务水平较高;村西头尚存逢陵古城侧门故址,人文底蕴浓厚且特色景观保存完好,生态服务基础设施齐全,绿化环境较好。 $L_2-P_2-E_2$ 、 $L_1-P_1-E_1$ 、 $L_1-P_1-E_2$ 、 $L_2-P_1-E_1$ 、 $L_2-P_1-E_2$ 、 $L_1-P_2-E_1$ 、 $L_1-P_2-E_2$ 、 $L_2-P_2-E_1$ 组合类型的农村居民点23个,占全镇居民点数量的56%,居民点各功能指数均较低,属于重点开发型。以东道村为例,地处北部山区,耕地综合生产潜力较低,生态环境相对脆弱、村内生活服务配套设施完备性差,经济发展速度迟缓、交通不便,生活垃圾以及污水处理率低,严重影响村风村貌及生态质量。 $L_3-P_1-E_1$ 、 $L_3-P_2-E_1$ 组合类型的农村居民点7个,占全镇居民点数量的17%,其各功能指数不相协调,属于生活宜居型。以王村、西铺村为例,村庄房屋均为钢筋混凝土结构,公共服务设施比较齐全,道路全部硬化;村内设有耐火材料等村办企业,耕地大面积流转,经济发展水平较高,拉动周边农户的就业需求,但生态环境需进一步改善。 $L_1-P_3-E_1$ 、 $L_1-P_3-E_2$ 、 $L_2-P_3-E_1$ 、 $L_2-P_3-E_2$ 组合类型的农村居民点8个,占全镇居民点数量的20%,其生活和生态功能指数较低,属于生产发展型。以郭家村、下沙村为例,地处南部平原区的传统农区,耕地质量较好,亩产量高,但在产业发展初期,村内存在大量闲置土地及房屋,土地使用方式粗放,利用结构不合理,进而使环境质量恶化,生态服务设施相对匮乏。 $L_1-P_2-E_3$ 、 $L_2-P_2-E_3$ 组合类型的农村居民点2个,其生活和生产功能指数较低,属于生态保障型。分别是南河东村、宁家村,主要位于镇域北部山区,农业生产条件较差,第二、三产业发展不充分,大量青壮劳动力外流,缺乏农村发展的动力支撑,农户生活水平亟需改善,但生态基础设施较为完备,林木覆盖率较高,生态功能比较重要。

2.2.2 农村居民点多功能障碍因子诊断

根据指标因子障碍度分值的高低, 将影响农村居民点功能协调性的前3位指标因子作为显著性障碍因子(图7)。在生活功能方面, 表现为障碍因子大体相似且个别村庄无障碍性, 主要集中于生活居住功能(r_2)和生活保障功能(s_1)两个障碍因子上, 即户均宅基地面积和交通用地密度制约了农村生活功能, 其中 s_1 是主导因子, 作用于28个村庄, 说明村庄交通条件偏差, 影响农户的生活便利性; r_2 因子对栾古村等7个村庄产生显著影响, 表明该地区的宅基地不规范、质量差等问题制约了农户的生活居住质量; 另外, s_1 、 r_2 因子对王村等8个村庄没有明显的障碍表现。在生产功能方面, 障碍因子整体相似, 主要表现在 a_1 和 a_2 上, 即人均耕地面积和农田水利设施用地面积比例较小, 说明农业资源禀赋和基础设施条件较差, 两个因子分别作用于王村镇的27个和22个村庄, 影响作用较大, 只有下沙村、西道村和朱首湾村不受两因子的影响, 其中苏李村等11个村庄受 a_1 、 a_2 双因子影响。在生态功能方面, 主导障碍因子集中在 c_1 和 c_2 上, 即人均绿地面积和地均生态服务价值, 其中 c_1 因子影响最为显著, 作用于39个村庄, 说明村内土地利用较为粗放而降低生态环境质量; c_2 因子只作用于王村和杨古村, 说明这两个村庄的生态禀赋条件较差, 生态基础设施有待完善。

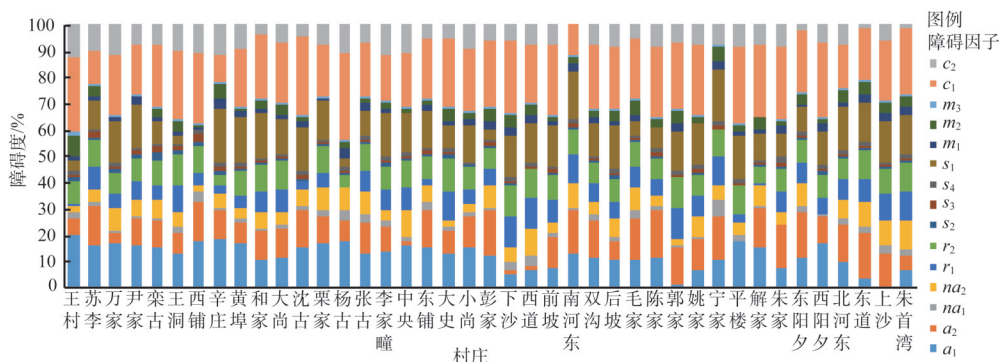


图7 农村居民点多功能障碍诊断结果

Fig. 7 Obstacle diagnosis results of multifunction of rural settlements

2.2.3 农村居民点多功能协调性优化模式

针对影响各居民点功能强度和协调性的障碍因子与组合情况, 按照生活、生产和生态功能整体提升的原则, 提出适应王村镇人地环境特征的4种优化模式, 并探讨因地制宜的差异化对策与措施(图8), 其中王村镇只有1个村庄处于各项功能较高的协调状态, 不对此进行优化调整。

(1) 三生功能协同发展模式

该模式农村居民点23个, 其生活、生产和生态功能指数均较低, 分布较为分散。其中, 位于王村镇北部的东夕阳村、北河东村和东道村应依托具备良好自然资源的葫芦山种植优质果木、特色景观苗木等植被, 发展现代化专业养殖场, 打造生态观光农业; 位于中部的和家村、毛家村等应立足资源环境基础, 促进平原区优质高效农业发展, 种植特色花卉、无公害蔬菜等高附加值的劳动密集型现代农业, 发展各类专项经济合作组织, 带动周边农户就业; 位于南部的辛庄村、苏李村等应充分利用土地资源, 开展规模种植, 引进龙头企业, 促进农产品推销与加工, 提高农产品价值, 同时推进农村的医疗、养老等服

务水平,完善村内公共资源的合理配置,提升农户生活的便利性;李家瞳村和万家村设有明清建筑群,应保留传统院落布局,在自然和历史文化旅游资源和文昌湖旅游度假区的推动下,发展文化旅游度假等现代服务业。

(2) 生活生产同步优化模式

该模式农村居民点2个,南河东村和宁家村均位于山地边缘,地形起伏相对较大,生态环境较好。利用良好的区位优势,充分发挥生态环境价值,拓展乡村旅游功能,大力培养耕地、林地种植专业户,并予以绩效激励;整合农业用地,发展多种形式的农业特色经营,深入挖掘农产品附加值;同时合理配置农村产业用地指标,为非农产业发展创造充足空间,提高非农用地利用率,鼓励农村就业人员居乡兼业。与此同时,根据村民需求对生活功能进行合理优化,加强破旧房屋改造与整治,依据有效服务半径配置各类设施,提升生产生活的便捷性。

(3) 生产生态同步提升模式

该模式农村居民点7个,其村庄生产生活设施较为齐全,外流劳动力较少,生活功能良好。在严守耕地保护红线的同时,未来要进一步推广科学种植,重视农业技术培训,改造中低产田,提升耕地产出水平,优化种养殖结构,充分发挥土地价值,促进农业机械化和现代化;依托村内无机非金属材料产业,积极打造新兴产业园区;同时,加强农田水利设施建设与维护,合理灌溉,防止土壤盐渍化,减少化肥、农药施用量,大力推广可降解地膜,防止农村面源污染。西铺村设有蒲松龄书馆、毕氏家祠等特色文化建筑,可依托聊斋文化打造乡村旅游,发挥其生活、商服和示范等综合功能。

(4) 生活生态同步完善模式

该模式农村居民点8个,郭家村、朱首湾村等村庄以传统农业为主导,其生产功能较好。随着城镇化的快速发展,未来应对农村现有存量建设用地进行盘活,挖掘内部潜力,提高农村土地资源的集约化水平,并以农户的需求为导向,进一步完善农村相应的服务配套设施;近期应优先改善村内道路状况,增建卫生所、文化活动站与健身设施、生活垃圾与污水处理设施等;同时,尽可能降低人类活动强度影响,加强生态服务基础设施和绿地系统建设,立足区位优势,深度挖掘生态旅游内涵,发展各具特色的乡村旅游。

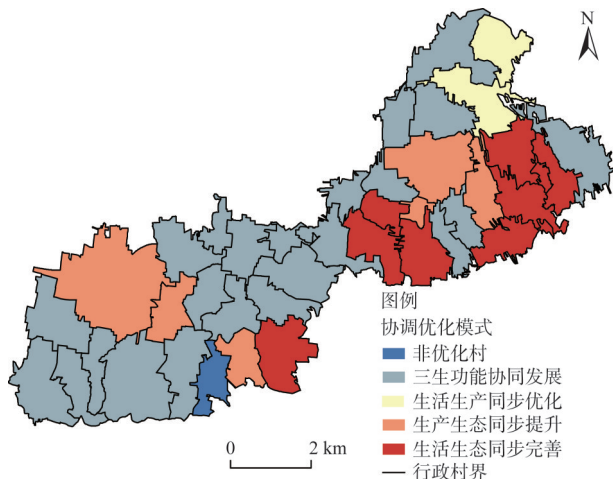


图8 农村居民点多功能协调性优化模式

Fig. 8 Coordination and optimization mode of multifunction of rural settlements

3 结论与讨论

3.1 结论

(1) 本文基于“识别—诊断—优化”的逻辑思路,综合人地系统理论和多元数理模型,以山东省王村镇为例,对农村居民点多功能性进行综合分析,研究结果在理论上丰富了土地多功能利用与农村居民点问题研究内容,在实践上为乡村振兴战略下农村居民

点转型与整治提供借鉴。

(2) 王村镇农村居民点整体上呈现出“生产功能较好,生活功能一般,生态功能较差”的特征,且不同功能的空间异质性明显。生活功能呈“哑铃状”分布,生活居住和保障功能存在一定的区域集聚性;生产功能在空间上呈“团—带状”不规则分布特征,农业生产和非农生产具有明显的地域差异性;生态功能呈“冷点区大范围分布”的带状特征,环境维护和生态保育功能空间相对均衡。

(3) 王村镇农村居民点多功能协调度指数相对较高,但功能强度组合类型比较复杂,各种类型的功能障碍因子表现为大体相似且个别村庄无障碍的特征。其中,交通条件和用地强度是生活功能的主要障碍因素,作用频次分别为68%和17%;资源禀赋和基础设施建设是生产功能的主要障碍因素,作用频次分别为66%和54%;绿地系统建设不完善是生态功能的主要障碍因素,其作用频次为95%。针对诊断结果提出的4种农村居民点多功能优化模式,对提高研究区农村居民点生产、生活和生态功能强度及其协调性具有较好的借鉴意义。

3.2 讨论

本文从微观村镇尺度进行农村居民点多功能空间格局研究,通过障碍诊断模型判别出影响农村居民点功能强度与协调性的障碍因子,并提出差异化优化模式,丰富了农村居民点多功能研究的相关理论与方法,但仍存在以下不足:(1) 农村居民点具有地域异质性和多样性。本文仅选取王村镇41个农村居民点为评价单元,进行农村居民点三生功能空间格局及其障碍诊断的静态分析,全面系统地揭示农村居民点多功能特征和优化模式还需要更多的典型样本或动态数据,未来研究将对不同地域类型的农村居民点进行功能演化系统研究。(2) 本文从“产业—用地—收入”结构构建农村居民点三生功能评价指标体系,但由于微观层面的农村居民点尺度数据获取难度较大,选取指标有限,考虑到不同地区农村居民点的差异性,该评价指标体系的构建是否具有普适性还有待进一步探究。(3) 农村居民点功能是在地域环境禀赋和居民需求下形成的,在新型城镇化进程中,由于经济发展、劳工流动等要素的重构与交互影响,农村居民点功能的转型与自我恢复功能值得关注,开展基于人地耦合系统的农村居民点功能弹性研究还有待深入。

参考文献(References):

- [1] 金其铭. 中国农村聚落地理. 南京: 江苏科技出版社, 1989: 120-138. [JIN Q M. The Rural Settlement Geography in China. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press, 1989: 120-138.]
- [2] QU Y B, JIANG G H, ZHAO Q L, et al. Geographic identification, spatial differentiation, and formation mechanism of multifunction of rural settlements: A case study of 804 typical villages in Shandong province, China. *Journal of Cleaner Production*, 2017, 166(11): 1202-1215.
- [3] 刘继来, 刘彦随, 李裕瑞, 等. 2007—2015年中国农村居民点用地与农村人口时空耦合关系. *自然资源学报*, 2018, 33(11): 1861-1871. [LIU J L, LIU Y S, LI Y R, et al. Coupling analysis of rural residential land and rural population in China during 2007-2015. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(11): 1861-1871.]
- [4] 李红波, 张小林, 吴启焰, 等. 发达地区乡村聚落空间重构的特征与机理研究: 以苏南为例. *自然资源学报*, 2015, 30(4): 591-603. [LI H B, ZHANG X L, WU Q Y, et al. Characteristics and mechanism of rural settlements spatial reconstruction in developed areas: A case study of southern Jiangsu. *Journal of Natural Resources*, 2015, 30(4): 591-603.]
- [5] 蔡为民, 张佰林, 张凤荣, 等. 沂蒙山区农户生计变迁及其住宅形态的响应研究. *自然资源学报*, 2017, 32(4): 704-714. [CAI W M, ZHANG B L, ZHANG F R, et al. Livelihood changes of famers and the response of their dwelling forms in Yimeng Mountain. *Journal of Natural Resources*, 2017, 32(4): 704-714.]

- [6] 刘鹏, 陈荣蓉, 杨朝现, 等. 基于“三生空间”协调的农村居民点布局优化研究. 水土保持研究, 2017, 24(2): 283-288. [LIU P, CHEN R R, YANG C X, et al. Study on layout optimization of rural settlements based on coordination of "Production, Living and Ecology Space". Research of Soil and Water Conservation, 2017, 24(2): 283-288.]
- [7] 关小克, 王秀丽, 张佰林, 等. 不同经济梯度区典型农村居民点形态特征识别与调控. 经济地理, 2018, 38(10): 190-200. [GUAN X K, WANG X L, ZHANG B L, et al. Morphological characteristics identification and adjustment of typical rural settlements based on different economic gradient regions. Economic Geography, 2018, 38(10): 190-200.]
- [8] 曲衍波, 魏淑文, 商冉, 等. 基于“点一面”特征的农村居民点空间形态识别. 资源科学, 2019, 41(6): 1035-1047. [QU Y B, WEI S W, SHANG R, et al. Spatial morphology of rural settlements based on site and functional characteristics. Resources Science, 2019, 41(6): 1035-1047.]
- [9] 张佰林, 张凤荣, 周建, 等. 农村居民点功能演变的微尺度分析: 山东省沂水县核桃园村的实证. 地理科学, 2015, 35(10): 1272-1279. [ZHANG B L, ZHANG F R, ZHOU J, et al. Functional evolution of rural settlement based on micro-perspective: A case study of Hetaoyuan village in Yishui county, Shandong province. Scientia Geographica Sinica, 2015, 35(10): 1272-1279.]
- [10] ZHAO Q L, JIANG G H, MA W Q, et al. Social security or profitability? Understanding multifunction of rural housing land from farmers' needs: Spatial differentiation and formation mechanism: Based on a survey of 613 typical farmers in Pinggu district. Land Use Policy, 2019, 86: 91-103.
- [11] QU Y B, JIANG G H, YANG Y T, et al. Multi-scale analysis on spatial morphology differentiation and formation mechanism of rural residential land: A case study in Shandong province, China. Habitat International, 2018, 71(1): 135-146.
- [12] 张英男, 屠爽爽, 龙花楼, 等. 平原农区空心村整治潜力测算模型构建及应用: 以山东省禹城市为例. 农业资源与环境学报, 2017, 34(4): 335-342. [ZHANG Y N, TU S S, LONG H L, et al. Calculating model of hollowed villages consolidation potential and its application in farming plain area: A case study of Yucheng city, Shandong province, China. Journal of Agricultural Resources and Environment, 2017, 34(4): 335-342.]
- [13] 席建超, 王首琨, 张瑞英. 旅游乡村聚落“生产—生活—生态”空间重构与优化: 河北野三坡旅游区苟各庄村的案例实证. 自然资源学报, 2016, 31(3): 425-435. [XI J C, WANG S K, ZHANG R Y. Restructuring and optimizing "Production-Living-Ecology Space" in rural settlements: A case study of Gougezhuang village at Yesanpo Tourism Attraction in Hebei province. Journal of Natural Resources, 2016, 31(3): 425-435.]
- [14] 原野, 赵中秋, 师学义, 等. 基于乡镇地域主导功能定位的农村居民点整理策略研究. 自然资源学报, 2017, 32(12): 2089-2099. [YUAN Y, ZHAO Z Q, SHI X Y, et al. Strategy of rural residential land consolidation based on the dominate function of township. Journal of Natural Resources, 2017, 32(12): 2089-2099.]
- [15] 庄至凤, 姜广辉, 何新, 等. 基于分形理论的农村居民点空间特征研究: 以北京市平谷区为例. 自然资源学报, 2015, 30(9): 1534-1546. [ZHUANG Z F, JIANG G H, HE X, et al. Study on spatial structure and form of rural residential based on fractal theory: A case study on Pinggu district in Beijing. Journal of Natural Resources, 2015, 30(9): 1534-1546.]
- [16] 张天柱, 张凤荣, 谢臻, 等. 精准扶贫背景下云南少数民族山区农村居民点空间格局演变. 农业工程学报, 2019, 35(9): 246-254. [ZHANG T Z, ZHANG F R, XIE Z, et al. Spatial pattern evolution of rural settlements in mountainous areas of ethnic minorities in Yunnan province under the background of precise poverty alleviation. Transactions of the CSAE, 2019, 35(9): 246-254.]
- [17] 王成, 唐宁. 重庆市乡村三生空间功能耦合协调的时空特征与格局演化. 地理研究, 2018, 37(6): 1100-1114. [WANG C, TANG N. Spatio-temporal characteristics and evolution of rural production-living-ecological space function coupling coordination in Chongqing Municipality. Geographical Research, 2018, 37(6): 1100-1114.]
- [18] 王立胜, 陈健, 张彩云. 深刻把握乡村振兴战略: 政治经济学视角的解读. 经济与管理评论, 2018, 34(4): 40-56. [WANG L S, CHEN J, ZHANG C Y. Deeply grasp the strategy of rural revitalization: An interpretation from the perspective of political economics. Review of Economy and Management, 2018, 34(4): 40-56.]
- [19] 陈诚. 农村聚落功能评价研究: 以启东市为例. 长江流域资源与环境, 2014, 23(10): 1425-1431. [CHEN C. Study on the rural settlements multi-functionality evaluation at village scale in Qidong city. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2014, 23(10): 1425-1431.]
- [20] 赵会顺, 陈超, 胡振琪, 等. 天山北坡经济带城市土地集约利用评价及障碍因素分析. 农业工程学报, 2018, 34(20): 258-266. [ZHAO H S, CHEN C, HU Z Q, et al. Evaluation of intensive urban land use and analysis of obstacle factors

in northern slope of Tianshan Mountains. Transactions of the CSAE, 2018, 34(20): 258-266.]

- [21] 曲衍波, 张勇, 李慧燕, 等. 基于“五量”协同模型的山东省建设用集体约利用评价及障碍调控. 资源科学, 2017, 39(6): 1013-1025. [QU Y B, ZHANG Y, LI H Y, et al. Evaluation of construction land intensive use and obstacle control based on Five-Variables Collaboration Model. Resources Science, 2017, 39(6): 1013-1025.]

Spatial pattern and coordination optimization mode of multifunction of rural settlements

QU Yan-bo¹, LIU Min¹, ZHU Wei-ya², ZHAN Ling-yun¹, PING Zong-li²

(1. School of Public Management, Shandong University of Finance and Economics, Jinan 250014, China;

2. Shandong Land Survey and Planning Institute, Jinan 250014, China)

Abstract: With the integration of urban and rural development and the increasing demand of rural households, it is important to improve rural living environments and implement the rural revitalization strategy for the coordination of multifunction of rural settlements. We selected Wangcun town of Shandong province as the study area. This paper, based on the "identification-diagnosis-optimization" logical thinking, builds an evaluation index system of multifunction of rural settlements from the perspective of living-production-ecological function, and uses the spatial auto-correlation, coordination degree and disorder diagnosis model to analyze the spatial pattern, coordination and obstacle factors of multifunction of rural settlements. Then it establishes a promotion and coordination optimization model of multifunction of rural settlements. The results show that: (1) The overall performance of the surveyed rural settlements in Wangcun town is good in production function, average in living function, but poor in ecological function. Different functions have significant spatial heterogeneity. (2) The overall coordination of living-production-ecological function of rural settlements in the town of Wang village is relatively high, but the coordination type is obviously complicated and unbalanced. (3) The living-production-ecological function coordination-obstacle factors of multifunction of rural settlements in Wangcun Town are generally similar and have no barriers in individual villages. Land use intensity, traffic conditions, resource endowment, infrastructure construction and ecological environment are the main obstacles to high-intensity coordination of multifunction of rural settlements. (4) Based on the combination of obstacle factors, the coordination optimization model of multifunction of rural settlements is proposed, which provides a theoretical reference for sustainable rural development.

Keywords: rural settlements; multifunction; spatial pattern; coordination; optimization mode; Wangcun town